

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

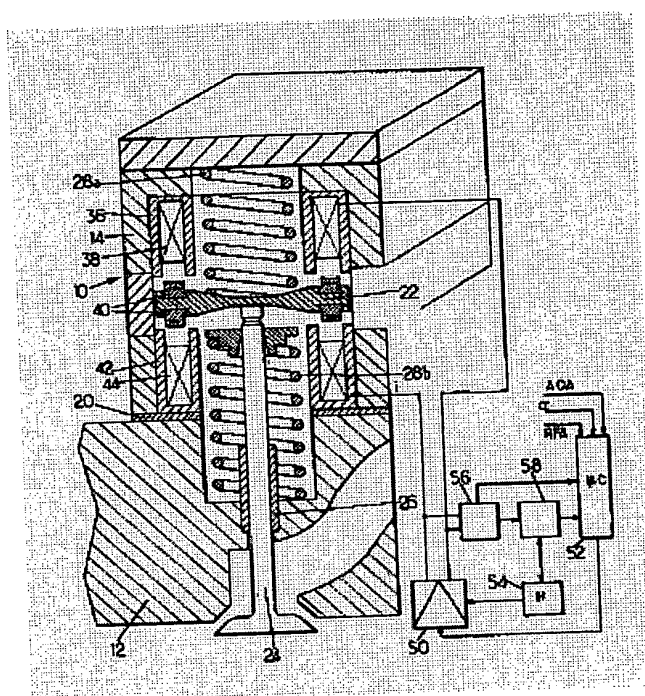
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# Electromagnetic actuator for IC engine valve includes dual cores and electromagnets on either side of operating plate driving valve stem

**Patent number:** FR2784497  
**Publication date:** 2000-04-14  
**Inventor:** PORCHER YVES; PIACCABRINO CALOGERO  
**Applicant:** SAGEM (FR)  
**Classification:**  
 - International: H01F7/06; F01L9/04  
 - european: F01L9/04  
**Application number:** FR19980012550 19981007  
**Priority number(s):** FR19980012550 19981007

## Abstract of FR2784497

Dual electromagnets provide greater control over valve operation. The electromagnetic actuator comprises a plate (22) for driving the valve (24) and return springs (28a, 28b) arranged to keep the valve at rest in a given position, mid-way between the two extremes of movement. Two electromagnets (38, 44) and a ferromagnetic core (40) are provided, one electromagnet and one core being situated on each side of the plate. The plate either consists of a magnet, or has a magnet attached in order to give it a determined polarity. The forces applied by the two electromagnets are thus determined as attraction or repulsion forces according to the applied current direction.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 784 497

②① N° d'enregistrement national : 98 12550

⑤① Int Cl<sup>7</sup> : H 01 F 7/06, F 01 L 9/04

①②

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 07.10.98.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 14.04.00 Bulletin 00/15.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : SAGEM SA Société anonyme — FR.

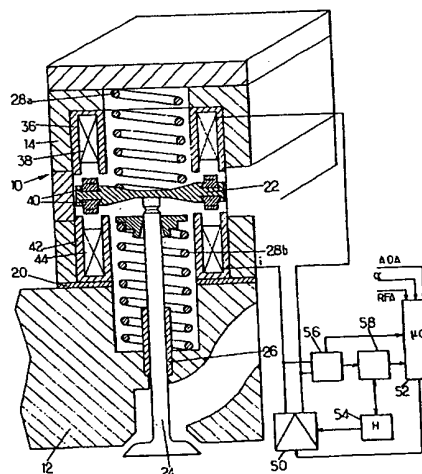
⑦② Inventeur(s) : PIACCABRINO CALOGERO et POR-  
CHER YVES.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

⑤④ ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE A PALETTE AIMANTEE.

⑤⑦ L'actionneur électromagnétique d'organe de fermeture comprend une palette (22) d'entraînement de l'organe, des moyens élastiques de rappel (28a, 28b) prévus pour maintenir au repos ledit organe dans une position déterminée, sensiblement médiane entre deux positions extrêmes, dont une position de fermeture, et deux électroaimants (38, 44) à noyau ferro-magnétique placés chacun d'un côté de la palette. La palette constitue ou porte au moins un aimant placé de façon telle que l'alimentation de chaque électroaimant sous une polarité exerce une force de répulsion sur la palette et, sous la polarité opposée une force d'attraction.



FR 2 784 497 - A1



BEST AVAILABLE COPY

## ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE A PALETTE AIMANTEE

L'invention concerne les actionneurs électromagnétiques destinés à déplacer en translation un organe pour l'amener dans l'une ou l'autre de deux positions déterminées. Elle trouve une application particulièrement importante dans la commande des soupapes d'un moteur à combustion interne, à allumage par étincelles ou par compression.

On a également déjà proposé (US-A-4 614 170) des actionneurs électromagnétiques, ayant une palette fixée à la queue de soupape, des moyens de rappel élastiques prévus pour maintenir au repos l'organe dans une position médiane entre des positions d'ouverture complète et de fermeture, et des moyens électromagnétiques permettant d'amener alternativement l'organe dans les deux positions. Les moyens électromagnétiques décrits dans le document US-A-4 614 170 ont un premier électro-aimant à noyau ferromagnétique placé d'un côté de la palette, qui est constituée en matériau ferro-magnétique. L'excitation de cet électro-aimant attire la palette dans un sens tendant à fermer l'organe. L'excitation du second électro-aimant, placé de l'autre côté de la palette, tend à amener l'organe dans la position de pleine ouverture.

L'ensemble organe-ressort constitue un système oscillant excité par alimentations périodiques alternées des électro-aimants. En régime permanent l'électro-aimant agissant sur la palette dans le sens de l'ouverture de l'organe commence à être alimenté alors que la palette approche d'un emplacement où elle est collée sur le noyau de l'électro-aimant.

L'énergie fournie par les forces d'attraction est destinée à compenser l'énergie perdue par frottement par l'organe dans son parcours d'une position extrême à l'autre. Les instants

d'application de ces forces et l'énergie apportée doivent être tels que les positions extrêmes recherchées soient atteintes, mais que la palette arrive dans ces positions à une vitesse faible pour réduire les bruits et l'usure.

5        Cette disposition présente des inconvénients. Les électro-aimants doivent commencer à être alimentés pendant que la bobine approche de sa position extrême. Mais la loi de déplacement de l'équipage mobile n'est pas connue de façon précise et en conséquence la distance à laquelle se trouve la palette, et donc  
10    la force d'attraction, à un instant donné ne sont connues que de façon approximative. A l'heure actuelle, les lois de commande utilisées se fondent sur des caractéristiques de ressort préréglées en usine et sur des hypothèses sur les frottements. Toute évolution, due à l'usure ou à des changements de  
15    température par exemple, provoquent des défauts de fonctionnement et/ou des claquements.

      L'invention vise notamment à fournir un actionneur électromagnétique répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique en particulier en assurant la  
20    connaissance de la position de la palette lorsqu'on lui applique les forces de compensation des frottements.

      Dans ce but, l'invention propose un actionneur électromagnétique d'organe de fermeture, comprenant une palette fixée à l'organe, des moyens élastiques de rappel prévus pour maintenir  
25    au repos ledit organe dans une position déterminée, sensiblement médiane entre deux positions extrêmes dont une position de fermeture, et deux électro-aimants à armature ferro-magnétique placés chacun d'un côté de la palette, caractérisé en ce que la palette constitue porte au moins un aimant placé de façon telle  
30    que l'alimentation d'un électro-aimant sous une polarité exerce

une force de répulsion sur la palette et sous la polarité opposée une force d'attraction.

L'actionneur est prévu pour être commandé par un circuit capable d'alimenter chaque électro-aimant sous un courant  
5 réduit, suffisant pour surmonter la force des moyens élastiques de rappel, aussi longtemps que l'organe doit être maintenu dans une position extrême, puis d'inverser la polarité et de faire passer un courant pendant un délai déterminé afin d'exercer une force de répulsion qui est initialement maximale et qui est  
10 connue de façon exacte. En effet l'entrefer initial est alors connu exactement. Il est nul si la palette se colle contre le noyau ferro-magnétique. Il est faible et connu si une couche amagnétique mince est prévue sur le noyau ou armature.

La vitesse résiduelle pendant la partie finale de la course  
15 peut être évaluée de façon précise par relevé de l'évolution du courant dans la bobine d'un électro-aimant. La connaissance de cette vitesse permet d'ajuster l'énergie fournie lors de la commande suivante.

Il est possible de monter en série les bobines des deux  
20 électro-aimants. La force de répulsion exercée par l'un d'eux au début de la course de la palette s'ajoute à la faible force d'attraction exercée par l'autre bobine.

Les caractéristiques ci-dessus ainsi que d'autres, avantageusement utilisables en liaison avec les précédentes mais  
25 pouvant l'être indépendamment, apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de modes particuliers de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs.

La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :



- la figure 1 montre un actionneur de soupape selon un mode de réalisation, en coupe suivant un plan passant par l'axe de la soupape ;
- la figure 2 est un logigramme définissant un mode de commande ;
- la figure 3 est un synoptique montrant une séquence possible d'alimentation des bobines.

5 L'actionneur 10 montré en figure 1 est constitué d'un ensemble destiné à être monté sur la culasse 12 d'un moteur et à  
10 commander un organe constitué par une soupape. Il comporte un boîtier 14 constitué de plusieurs pièces, empilées et assemblées par des moyens non représentés, tels que des vis. Ces pièces sont en matériau non ferromagnétique, par exemple en alliage léger. Le boîtier peut être fixé sur la culasse 12 par  
15 l'intermédiaire d'une cale 20, également en matériau non ferromagnétique.

L'actionneur comporte une palette 22 fixée sur l'extrémité d'une tige en appui sur la queue de la soupape 24. En général, plusieurs soupapes sont montées côte-à-côte et on ne dispose que  
20 d'une largeur faible pour chaque actionneur dans la direction perpendiculaire à celui de la figure 1. Cela conduit à donner à la palette une forme rectangulaire. Une telle palette ne peut pas tourner dans la pièce 16. La queue de soupape peut être guidée par une bague 26 fixée à la culasse.

25 Deux ressorts de rappel 28a et 28b sont prévus pour maintenir la soupape au repos dans une position sensiblement médiane entre la position de fermeture et la position de pleine ouverture.

Le premier électro-aimant est placé au-dessus de la palette  
30 22. Il comprend une armature ou noyau 36 en matériau ferromagnétique, avantageusement feuilleté, et une bobine 38. Un

second électro-aimant, placé au-dessous de la palette, comporte une armature ou noyau ferro-magnétique 42, également feuilleté en général, et une bobine 44. Les armatures, constituées d'un empilement de tôles, peuvent, comme la palette, avoir une  
5 section générale rectangulaire.

La palette 22 est constituée en un matériau magnétique ou contient un ou plusieurs aimants 40 disposés de façon telle que le passage du courant dans un sens dans chacune des bobines crée une force de répulsion de la palette 22 tandis que le passage  
10 d'un courant de sens inverse provoque une force d'attraction. Dans les deux cas le produit magnétique est fritté ou maintenu par un liant plastique. En pratique, on utilisera souvent une palette en matériau ferro-magnétique, dans laquelle sont noyés à la périphérie deux aimants permanents droits de forte énergie de  
15 chaque côté. Ces aimants sont en matériau non inflammable, par exemple en nitrure de néodyme-fer ou en néodyme-fer. Dans le cas illustré dans la figure 1, les aimants placés en deux couches, chacune sur une face de la palette. Ils sont en forme de barreau glissés dans une rainure en queue d'aronde de la palette  
20 proprement dite. La partie en saillie de chaque aimant peut s'engager dans un évidement du noyau 36 ou 42.

La cale 20 permet d'ajuster la position de repos de la soupape 24.

Il est important de noter que la force d'attraction ou de  
25 répulsion exercée par un électro-aimant est extrêmement différente suivant la position de la palette. Dans un cas représentatif, la force exercée est de l'ordre de 80 daN lorsque la palette est collée ; à courant égal, elle est de l'ordre de 10 daN lorsqu'elle est en position médiane, de l'ordre de 0,01  
30 daN lorsqu'elle est dans la position extrême éloignée de l'électro-aimant. Le rendement électro-mécanique est en

conséquence maximum lorsque la palette est très proche de l'électro-aimant qui exerce la force.

L'actionneur comporte un circuit d'alimentation qui peut avoir la constitution montrée en figure 1 dans le cas d'un actionneur de soupape. Un tel circuit permet de mesurer de façon précise la vitesse résiduelle en fin de course, à partir du relevé des transitoires du courant de commande dans les bobines et d'exercer, en fin de course de la palette, une force complémentaire ou au contraire de freinage, permettant de minimiser, voire même d'annuler, la vitesse à l'impact contre un électro-aimant.

Dans le cas illustré en figure 1, les deux bobines 36 et 44 sont montées en série, ce qui a l'avantage de diminuer le nombre de fils de connexion, sauf un léger surcoût de consommation. Les soupapes sont alimentées par un circuit de puissance 50 commandées par un micro-contrôleur 52 ou par le contrôleur de fonctionnement du moteur. Dans le cas d'un micro-contrôleur, il reçoit, du contrôleur de fonctionnement du moteur, des informations sur les paramètres à respecter, tels que l'avance d'ouverture à l'admission AOA, le retard de fermeture d'admission RFA et éventuellement le rapport cyclique d'ouverture  $\alpha$ . Des paramètres similaires sont fournis en ce qui concerne la soupape d'échappement.

Les instants d'ouverture et de fermeture sont fixés par rapport à une horloge moteur 54, commandée par exemple à partir d'impulsions fournies par le volant du moteur.

Le courant qui traverse les bobines est mesuré par un capteur 56 qui fournit un signal d'une part au micro-contrôleur 52, d'autre part à un circuit 58 d'analyse des transitoires permettant de déterminer la position de la palette et sa vitesse résiduelle en fin de course.

En cas de vitesse de rapprochement excessive provoquée par un travail de répulsion supérieur à celui nécessaire pour vaincre les frottements, une force de répulsion faible peut être provoquée en fin de course de la palette. Inversement, une force d'attraction supplémentaire peut être exercée en fin de course.

Dans tous les cas, la connaissance de la vitesse terminale de la palette, mesurée par un capteur, permet de définir par avance et de façon précise l'énergie de répulsion à exercer pour que la palette parcoure la totalité de l'intervalle qui sépare les deux électro-aimants et arrive avec une vitesse faible.

L'organigramme de fonctionnement en régime permanent peut être schématisé sur la figure 2. A partir de l'observation de  $i(t)$  pendant la phase finale de la course on détermine la vitesse d'impact. On calcule l'énergie nécessaire pour compenser les frottements au cycle suivant à partir de l'énergie de compensation qui a été utilisée pour le cycle courant. La force et la durée de répulsion en sont déduites. Le micro-contrôleur définit un profil de commande de répulsion sous forme d'une loi de courant  $i(t)$ . Enfin, une fois la palette arrivée en butée, on la maintient temporairement par un courant faible, passant dans le sens d'attraction.

Le processus d'établissement du régime permanent peut être celui schématisé en figure 3.

Une des bobines, 38 par exemple, est alimentée pendant une durée inférieure ou égale au quart de la fréquence propre et communique à la palette une énergie de répulsion lui donnant un déplacement de faible amplitude.

Si les deux bobines sont alimentées indépendamment, l'autre bobine 44 est alimentée une période après le début de la première, dans un sens provoquant une attraction, pour augmenter l'élongation.

5       A l'instant  $t_1$ , une demi période plus tard, la palette atteint son amplitude maximale dans le sens de l'ouverture et atteint le noyau 36.

A l'alternance suivante, la palette vient dans l'autre position extrême, à l'instant  $t_2$ .

10       Ultérieurement, le maintien à l'état de fermeture peut être assuré, pendant l'intervalle de temps  $dt$ , avec un courant réduit.

L'invention est susceptible de nombreuses variantes de réalisation. Les bobines peuvent être en série ou  
15       alimentées indépendamment. L'actionneur peut être intégré à la culasse du moteur, qui doit être alors constituée en matériau non ferro-magnétique. L'actionneur peut comporter un seul ressort, en adoptant la disposition décrite dans la demande de brevet FR-98 11670. Les ressorts 28a et 28b  
20       peuvent être placés tous deux au-dessous de la palette et prendre appui sur un plateau fixé à la queue de soupape.

La palette représentée est solidaire d'une tige soumise à l'action d'un des ressorts qui la repousse vers le bas en appui contre la queue de soupape repoussée vers  
25       le haut par un autre ressort. Mais il serait possible d'utiliser un équipement palette-soupape monobloc à condition de prévoir un amortisseur tel que celui décrit dans la demande de brevet français n° 98 11670.

## REVENDEICATIONS

1. Actionneur électromagnétique d'organe de fermeture  
(24) comprenant une palette (22) d'entraînement de  
5 l'organe, des moyens élastiques de rappel (28a,  
28b) prévus pour maintenir au repos ledit organe  
dans une position déterminée, sensiblement médiane  
entre deux positions extrêmes, dont une position  
de fermeture, et deux électro-aimants (38,44) à  
10 noyau ferro-magnétique placés chacun d'un côté de  
la palette, caractérisé en ce que la palette  
constitue ou porte au moins un aimant placé de  
façon telle que l'alimentation de chaque électro-  
aimant sous une polarité exerce une force de  
15 répulsion sur la palette et, sous la polarité  
opposée une force d'attraction.
2. Actionneur selon la revendication 1, caractérisé  
en ce que les aimants sont noyés à la périphérie  
de la palette, sur chaque face de celle-ci.
- 20 3. Actionneur selon la revendication 1 ou 2,  
caractérisé en ce que les bobines sont montées en  
série.
4. Actionneur selon la revendication 1, 2 ou 3,  
caractérisé en ce qu'il comporte un circuit  
25 d'alimentation muni de moyens d'analyse du courant  
dans les bobines et de calcul de la vitesse  
résiduelle de la palette à la fin de la course de  
répulsion.
- 30 5. Actionneur selon l'une quelconque des  
revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il  
comporte un circuit d'alimentation capable

- d'alimenter les bobines, pour provoquer le passage d'une position extrême à l'autre, successivement :
- sous une polarité et pendant un temps initial fournissant à la palette une énergie de répulsion compensant les forces de frottement à vaincre,
  - 5 - éventuellement, en fin de course, sous une polarité et pendant un temps compensant l'excès ou l'insuffisance de l'énergie de répulsion.

FIG.1.

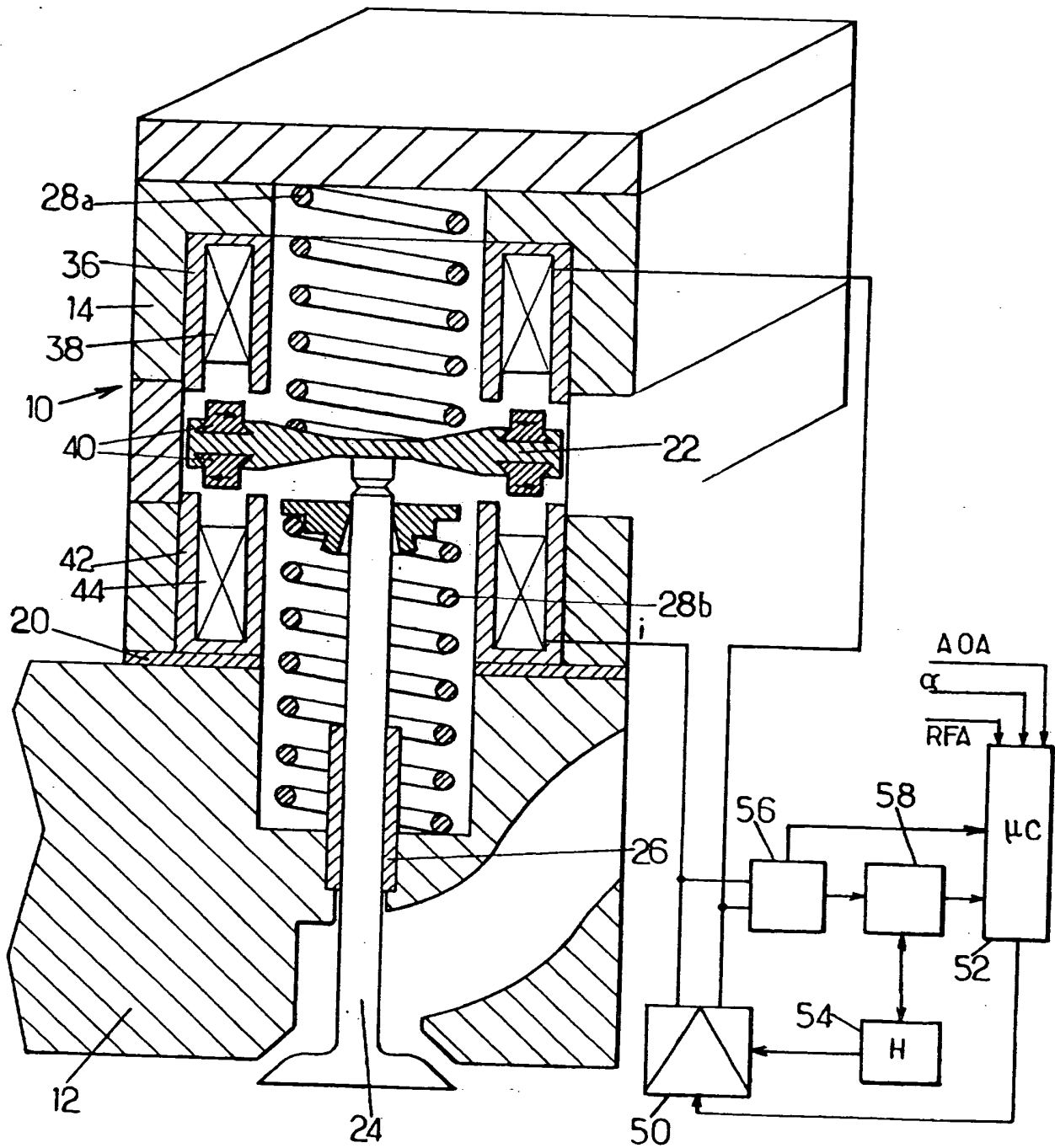




FIG.2.

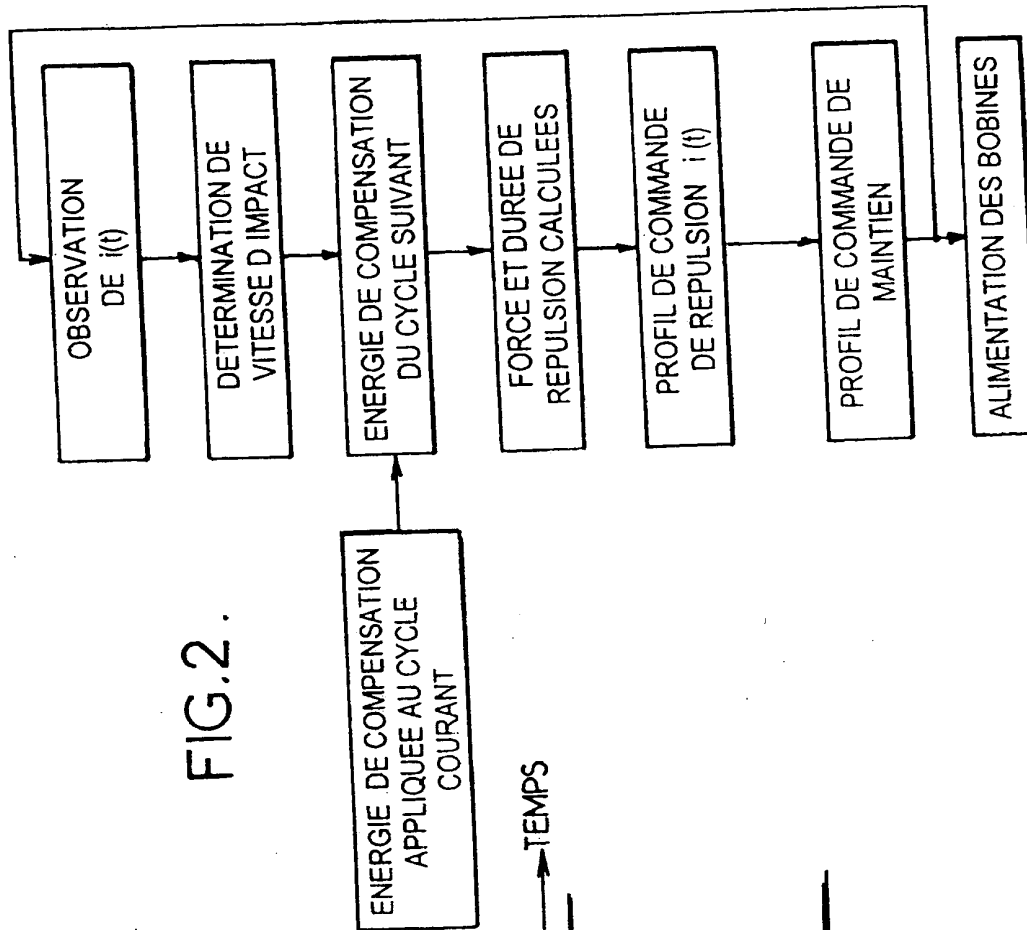
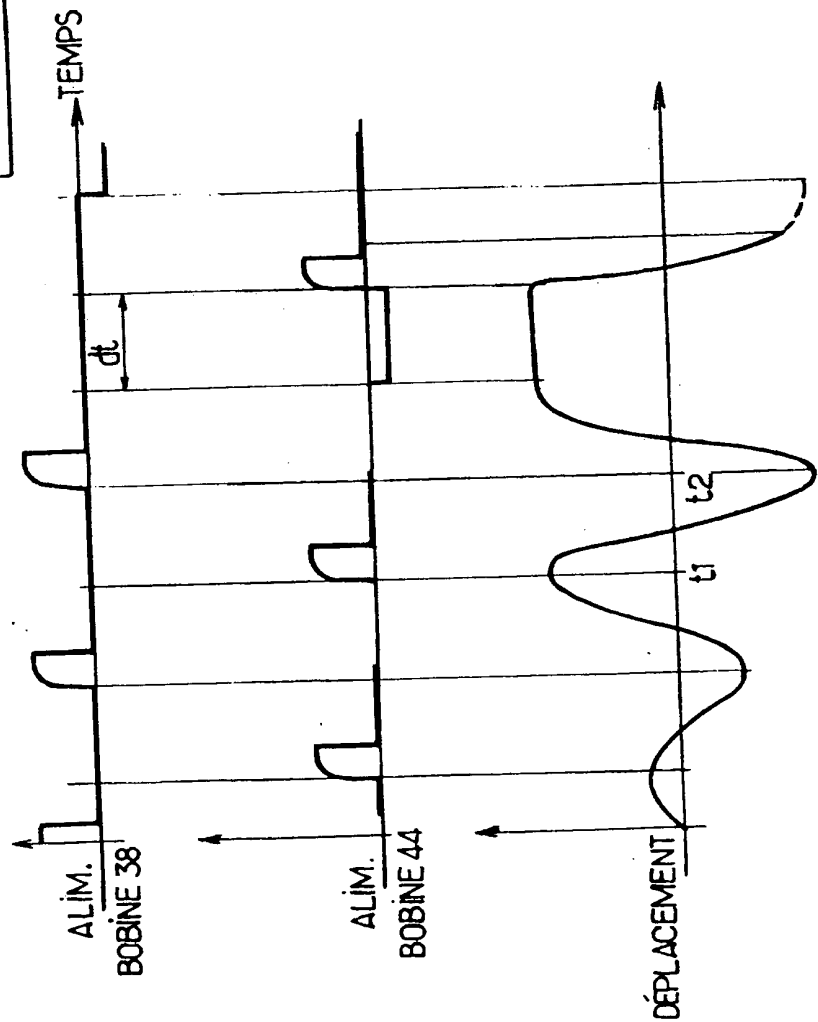


FIG.3.





REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2784497

N° d'enregistrement  
national

FA 565677  
FR 9812550

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP 0 409 996 A (ISUZU CERAMICS RESEARCH INSTITUTE CO LTD) 30 janvier 1991 * page 3, ligne 1 - page 4, ligne 6 * * page 5, ligne 13 - page 9, ligne 12 * * figures *	1,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 98, no. 4, 31 mars 1998 & JP 09 320841 A (TOYOTA MOTOR CORP), 12 décembre 1997 * abrégé *	1,4
A	US 4 533 890 A (GENERAL MOTORS CORPORATION) 6 août 1985	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F01L H01F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
28 mai 1999		Klinger, T
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**